

## 特許協力条約

PCT

REC'D 23 DEC 2004

WIPO

PCT

特許性に関する国際予備報告（特許協力条約第二章）

(法第12条、法施行規則第56条)  
[PCT36条及びPCT規則70]

出願人又は代理人 の書類記号 PCT087JST	今後の手続きについては、様式PCT/IPEA/416を参照すること。	
国際出願番号 PCT/JP03/13656	国際出願日 (日.月.年) 24.10.03	優先日 (日.月.年) 25.10.02
国際特許分類 (IPC) Int.Cl' H05H13/08, A61N5/10		
出願人 (氏名又は名称) 独立行政法人科学技術振興機構		

1. この報告書は、PCT35条に基づきこの国際予備審査機関で作成された国際予備審査報告である。  
法施行規則第57条 (PCT36条) の規定に従い送付する。

2. この国際予備審査報告は、この表紙を含めて全部で 5 ページからなる。

3. この報告には次の附属物件も添付されている。  
a  附属書類は全部で 13 ページである。  
 補正されて、この報告の基礎とされた及び／又はこの国際予備審査機関が認めた訂正を含む明細書、請求の範囲及び／又は図面の用紙 (PCT規則70.16及び実施細則第607号参照)  
 第I欄4. 及び補充欄に示したように、出願時における国際出願の開示の範囲を超えた補正を含むものとこの国際予備審査機関が認定した差替え用紙  
b  電子媒体は全部で \_\_\_\_\_ (電子媒体の種類、数を示す)。  
配列表に関する補充欄に示すように、コンピュータ読み取り可能な形式による配列表又は配列表に関連するデータを含む。 (実施細則第802号参照)

4. この国際予備審査報告は、次の内容を含む。

第I欄 国際予備審査報告の基礎  
 第II欄 優先権  
 第III欄 新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての国際予備審査報告の不作成  
 第IV欄 発明の單一性の欠如  
 第V欄 PCT35条(2)に規定する新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての見解、それを裏付けるための文献及び説明  
 第VI欄 ある種の引用文献  
 第VII欄 国際出願の不備  
 第VIII欄 国際出願に対する意見

国際予備審査の請求書を受理した日 07.04.04	国際予備審査報告を作成した日 07.12.04
名称及びあて先 日本国特許庁 (IPEA/JP) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 中塚 直樹 電話番号 03-3581-1101 内線 6499 2M 8908

様式PCT/IPEA/409 (表紙) (2004年1月)

BEST AVAILABLE COPY

## 第I欄 報告の基礎

1. この国際予備審査報告は、下記に示す場合を除くほか、国際出願の言語を基礎とした。

この報告は、\_\_\_\_\_語による翻訳文を基礎とした。  
それは、次の目的で提出された翻訳文の言語である。

PCT規則12.3及び23.1(b)にいう国際調査  
 PCT規則12.4にいう国際公開  
 PCT規則55.2又は55.3にいう国際予備審査

2. この報告は下記の出願書類を基礎とした。（法第6条（PCT14条）の規定に基づく命令に応答するために提出された差替え用紙は、この報告において「出願時」とし、この報告に添付していない。）

出願時の国際出願書類

明細書

第 1-3, 7-20 ページ、出願時に提出されたもの  
第 4-6/1 ページ\*、23.07.04 付けで国際予備審査機関が受理したもの  
第 \_\_\_\_\_ ページ\*、\_\_\_\_\_ 付けで国際予備審査機関が受理したもの

請求の範囲

第 4, 7, 9-11, 14, 15, 17 項、出願時に提出されたもの  
第 \_\_\_\_\_ 項\*、PCT19条の規定に基づき補正されたもの  
第 1-3, 5, 8, 12, 13, 16 項\*、23.07.04 付けで国際予備審査機関が受理したもの  
第 \_\_\_\_\_ 項\*、\_\_\_\_\_ 付けで国際予備審査機関が受理したもの

図面

第 1-20 図、出願時に提出されたもの  
第 \_\_\_\_\_ ページ/図\*、\_\_\_\_\_ 付けで国際予備審査機関が受理したもの  
第 \_\_\_\_\_ ページ/図\*、\_\_\_\_\_ 付けで国際予備審査機関が受理したもの

配列表又は関連するテーブル

配列表に関する補充欄を参照すること。

3.  補正により、下記の書類が削除された。

明細書 第 \_\_\_\_\_ ページ  
 請求の範囲 第 6 項  
 図面 第 \_\_\_\_\_ ページ/図  
 配列表（具体的に記載すること） \_\_\_\_\_  
 配列表に関連するテーブル（具体的に記載すること） \_\_\_\_\_

4.  この報告は、補充欄に示したように、この報告に添付されかつ以下に示した補正が出願時における開示の範囲を超えてされたものと認められるので、その補正がされなかったものとして作成した。（PCT規則70.2(c)）

明細書 第 \_\_\_\_\_ ページ  
 請求の範囲 第 \_\_\_\_\_ 項  
 図面 第 \_\_\_\_\_ ページ/図  
 配列表（具体的に記載すること） \_\_\_\_\_  
 配列表に関連するテーブル（具体的に記載すること） \_\_\_\_\_

\* 4. に該当する場合、その用紙に "superseded" と記入されることがある。

第V欄 新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての法第12条 (PCT35条(2)) に定める見解、それを裏付ける文献及び説明

## 1. 見解

新規性 (N)	請求の範囲 1-5, 7-17	請求の範囲	有 無
進歩性 (IS)	請求の範囲 1-5, 7-17	請求の範囲	有 無
産業上の利用可能性 (IA)	請求の範囲 1-5, 7-17	請求の範囲	有 無

## 2. 文献及び説明 (PCT規則70.7)

請求の範囲 1, 3-5, 7, 13-17

文献2: 中野謙及びKEN FFAG グループ KEK, 150MeV Fixed Field Alternating Gradient (FFAG) Accelerator, 2002年9月, 原子核研究 Vol. 47 No. 4, p. 91-101

には、収束電磁石及び該収束電磁石の両側に設けられた発散電磁石からなる閉じた磁気回路を有する固定磁場型強収束加速器が記載されている。

文献3: F. T. Cole, "Electron Model Fixed Field Alternating Gradient Accelerator", THE REVIEW OF SCIENTIFIC INSTRUMENTS, VOLUME 28, NUMBER 6, 1957年6月

には、固定磁場型強収束電子加速器が記載されている。

文献5: JP 6-54917 A(日本電気株式会社) 1994. 03. 01

には従来の技術として、X線を発生させる内部標的を配設すること、及び加速された電子ビームとX線とを選択可能に取り出せる電子加速器が記載されている。

文献7: JP 7-320680 A(日新ハイボルテージ株式会社) 1995. 12. 08

には、電子線照射装置に用いる電子ビーム走査用コイルにおいて、2次コイルを分割し、給電制御する構成が記載されている。

文献11: JP 2-201898 A(三菱電機株式会社) 1990. 08. 10

文献12: JP 8-148327 A(株式会社日立製作所) 1996. 06. 07

文献13: JP 2000-82599 A(三菱電機株式会社) 2000. 03. 21

には、それぞれ加速器の電磁石において、電磁石の巻線部を分割巻線構造とする構成が記載されている。

文献2に記載された固定磁場型強収束加速器において、文献3を参照することにより、電子を加速することは、当業者ならば容易に想到し得たものであり、さらに、電子加速器において、文献5を参照することにより、X線を発生させる内部標的を電子ビーム輸送部の直前に配設して、加速された電子ビームとX線とを選択可能に取り出せる設定とすることも、当業者ならば容易に想到し得たものである。

また、電子加速器において、文献7を参照することによって、電子ビームを走査する構成を設けることは容易に想到し得たものであるし、固定磁場型強収束電子加速器において、文献11乃至13を参照することによって、強収束電磁石を構成する電磁石の巻線部を分割巻線構造とすることは、当業者ならば容易に想到し得たものである。この制御により磁場分布をどのようなものとするかは、必要に応じて適宜決定されるべきことである。

さらに、加速装置を高周波加速方式又は誘導加速方式とすることや、走査部にピンホールスリットを設けることは、いずれも当業者ならば必要に応じて適宜なし得たことである。

したがって、当該請求の範囲に記載された発明は、文献2, 3, 5, 7, 11-13により進歩性を有しない。

第VII欄 国際出願の不備

この国際出願の形式又は内容について、次の不備を発見した。

請求の範囲 7, 8, 10, 17 項は、補正により削除された請求の範囲 6 を引用して記載されている。

## 補充欄

いずれかの欄の大きさが足りない場合

第 V.2 欄の続き

請求の範囲 2, 8-11

文献8: JP 2002-217000 A(株式会社日立製作所) 2002.08.02

文献9: JP 2002-184600 A(住友重機械工業株式会社) 2002.06.28

文献10: JP 2002-141198 A(住友重機械工業株式会社) 2002.05.17

には、夫々、電子ビーム等を加速する加速器におけるビーム軌道補正用電磁石が記載されている。

固定磁場型強収束電子加速器において、文献8乃至10を参考することによって、電子ビーム出射部や入射部の近傍にビーム軌道補正用電磁石を設けることは、当業者ならば容易に想到し得たものである。また電子加速器において、電子ビーム入射部に、電子銃と電子銃からの電子ビームの軌道を変える電磁石を備えることは、当業者ならば必要に応じて適宜なし得たことである。

さらに、ビーム軌道補正用電磁石を、セプタム電磁石に対するビーム軌道補正用電磁石の位相が $\pi/2$ ラジアン遅れる位置に配設することや、出射部近傍のビーム軌道補正用電磁石と入射部近傍のビーム軌道補正用電磁石との位相関係を $n\pi$ とすることは、当業者ならば適宜設定し得た事項である。

したがって、当該請求の範囲に記載された発明は、文献2, 3, 5, 7-13により進歩性を有しない。

置できるような加速器は未だ実現されていないことと、加速器に使用する加速装置などから可聴周波数の騒音が発生するなどの課題がある。

### 発明の開示

本発明は、以上の点に鑑み、電子ビーム強度が強く小型軽量な固定磁場型強収束を用いた電子加速器と、短時間で癌組織などに電子ビーム照射ができる、固定磁場型強収束電子加速器を用いた放射線治療装置を提供することを目的としている。

上記の目的を達成するため、本発明の電子加速器は、真空容器と、この真空容器内または真空容器外に配設される強収束電磁石と、真空容器へ電子ビームを入射させる電子ビーム入射部と、電子ビームを加速する加速装置と、真空容器から加速された電子ビームを輸送する電子ビーム輸送部と、を備えた固定磁場型強収束電子加速器であって、強収束電磁石が集束電磁石及び集束電磁石の両側に設けられた発散電磁石からなる閉じた磁気回路を形成するか、または、強収束電磁石が集束電磁石及び集束電磁石の両側に設けられた発散部からなる閉じた磁気回路を形成し、強収束用電磁石を構成する電磁石の巻線部が分割巻線構造であり、分割巻線部のそれぞれの電流が、真空容器の径方向の磁場分布を  $B = B_0 (r / r_0)^k$  (ここで、 $B_0$  は入射軌道上の磁場強度、 $r_0$  は入射軌道半径、 $k$  は磁場係数である。) となるように磁場係数  $k$  を変化させ、加速される電子ビームに関する零色収差形状と電子ビーム強度と電子ビームエネルギーとを制御し、電子ビーム輸送部の直前の真空容器内に X 線を発生させる内部標的を配設し、加速された電子ビームと X 線とを選択可能に取り出せることを特徴とする。

上記構成において、好ましくは、電子ビーム入射部が、電子銃及び電子銃から発生された電子ビームの軌道を変えて真空容器へ入射させる電磁石を備え、強収束用電磁石の電子ビーム入射部の近傍に第 2 の電子ビーム軌道補正用電磁石を備え、電子ビーム輸送部が真空容器外へ電子ビームの軌道を変える電磁石又は収束レンズを備え、強収束用電磁石の電子ビーム出射部の近傍に第 1 の電子ビーム軌道補正用電磁石を備え、第 1 の電子ビーム軌道補正用電磁石と第 2 の電子ビーム軌道補正用電磁石とにより電子ビームの軌道を調整する。好ましくは、電子ビーム

ム輸送部を通過する電子ビーム又はX線が走査される。また、加速装置は、高周波加速方式又は誘導加速方式であり、連続出力又はパルスの発振器を少なくとも備えていれば好適である。

上記構成によれば、電子ビームが、強集束電磁石と、高周波などを用いた加速装置により効率よく加速されることで、従来のリニアックなどの電子加速器に比べて、おおよそ10倍以上の電子ビームとこの電子ビームによるX線とを選択可能に発生する固定磁場型強収束電子加速器が提供される。また、連続出力またはパルス出力で、低出力の高周波発振器を加速装置として用いることができるので、小型、軽量及び低コストで製作できる。

また、本発明の電子加速器は、真空容器と、この真空容器内または真空容器外に配設される強収束電磁石と、真空容器へ電子ビームを入射させる電子ビーム入射部と、電子ビームを加速する加速装置と、真空容器から加速された電子ビームを輸送する電子ビーム輸送部と、を備えた固定磁場型強収束電子加速器であって、強収束電磁石が集束電磁石及び集束電磁石の両側に設けられた発散電磁石からなる閉じた磁気回路を形成するか、または、強収束電磁石が集束電磁石及び集束電磁石の両側に設けられた発散部からなる閉じた磁気回路を形成し、強収束用電磁石を構成する電磁石の巻線部が分割巻線構造であり、分割巻線部のそれぞれの電流が、真空容器の径方向の磁場分布を  $B = B_0 (r / r_0)^k$  (ここで、 $B_0$  は入射軌道上の磁場強度、 $r_0$  は入射軌道半径、 $k$  は磁場係数である。) となるように磁場係数  $k$  を変化させ、加速される電子ビームに関する零色収差形状と電子ビーム強度と電子ビームエネルギーとを制御し、加速された電子ビーム輸送部の直前の真空容器内に X 線を発生させる内部標的を配設し、加速された電子ビームと X 線とを選択可能に取り出し、電子ビーム又は X 線が走査されることを特徴とする。

上記構成において、好ましくは、電子ビーム又は X 線は、少なくともピンホールスリットを含む走査部により走査される。

上記構成によれば、従来のリニアックなどの電子加速器に比べて、おおよそ 10 倍以上の電子ビームとこの電子ビームにより発生した X 線が得られ、さらに電子ビーム又は X 線が走査できる固定磁場型強収束電子加速器が提供される。また、連続出力又はパルス出力で、低出力の高周波発振器を加速装置として用いることができる所以、小型、軽量及び低コストで製作できる。

上記構成において、好ましくは、電子ビーム輸送部は真空容器外へ電子ビームの軌道を変えるセプタム電磁石又は収束レンズを備え、真空容器内の強収束用電磁石の電子ビーム出射部の近傍に第 1 の電子ビーム軌道補正用電磁石が配設されている。好ましくは、第 1 の電子ビーム軌道補正用電磁石は、セプタム電磁石又は収束レンズに対して、電子ビーム位相空間において  $\pi / 2$  ラジアン遅れる位置に配設されている。上記構成によれば、第 1 の電子ビーム軌道補正用電磁石を備えることにより、より強度の強い電子ビームを得ることができる。

上記構成において、好ましくは、強収束用電磁石の電子ビーム入射部の近傍に、第2の電子ビーム軌道補正用電磁石が配置され、第2の電子ビーム軌道補正用電磁石が、第1の電子ビーム軌道補正用電磁石とともに、電子ビームの軌道を調整する。第1及び第2の電子ビーム軌道補正用電磁石は、好ましくは、電子ビーム

ム位相空間において  $n\pi$  ラジアン（ここで  $n$  は、整数）の関係となる位置に配設される。この構成によれば、さらに第 2 の電子ビーム軌道補正用電磁石を備えることにより、より強度の強い電子ビームを得ることができる。

上記構成において、好ましくは、分割巻線部のそれぞれの電流が、各巻線部に並列に接続される抵抗、または、各巻線部に接続される電流源により駆動制御される。この構成によれば、強収束電磁石を分割巻線構造の電磁石として、各巻線部の電流を駆動制御することで磁場分布を調整でき、より強度の強い連続電子ビームが得られる。

また、本発明の電子加速器は、真空容器と、この真空容器内または真空容器外に配設される強収束電磁石と、真空容器へ電子ビームを入射させる電子ビーム入射部と、電子ビームを加速する加速装置と、真空容器から加速された電子ビームを輸送する電子ビーム輸送部と、を備えた固定磁場型強収束電子加速器であって、強収束電磁石が集束電磁石及び集束電磁石の両側に設けられた発散電磁石からなる閉じた磁気回路を形成するか、または、強収束電磁石が集束電磁石及び集束電磁石の両側に設けられた発散部からなる閉じた磁気回路を形成し、強収束用電磁石を構成する電磁石の巻線部が分割巻線構造であり、分割巻線部のそれぞれの電流が、真空容器の径方向の磁場分布を  $B = B_0 (r / r_0)^k$  （ここで、 $B_0$  は入射軌道上の磁場強度、 $r_0$  は入射軌道半径、 $k$  は磁場係数である。）となるように磁場係数  $k$  を変化させ、加速される電子ビームに関する零色収差形状と電子ビーム強度と電子ビームエネルギーとを制御することを特徴とする。

上記構成において、好ましくは、分割巻線部の各部の電流は、各巻線部に並列に接続される抵抗により制御されるか、各巻線部に接続される電流源により制御される。

上記構成によれば、強収束電磁石が分割巻線構造であるので、各巻線部の電流を最適な磁場分布とことができ、より強度の強い電子ビームが得られる。電磁石を直流駆動し、加速装置が可聴周波数以上の高周波発振器を用いることができるので、電子加速器から騒音が発生しない。

また、本発明の電子加速器を用いた放射線治療装置は、電子線又は X 線を選択可能に発生させる電子加速器と、照射ヘッドと、支持部と、被治療者を載せる治

療台と、から構成され、上記電子加速器が、真空容器と、この真空容器内または真空容器外に配設される強収束電磁石と、真空容器へ電子ビームを入射させる電子ビーム入射部と、電子ビームを加速する加速装置と、真空容器から加速された電子ビームを輸送する電子ビーム輸送部と、を備え、強収束電磁石が集束電磁石及び集束電磁石の両側に設けられた発散電磁石からなる閉じた磁気回路を形成するか、または、強収束電磁石が集束電磁石及び集束電磁石の両側に設けられた発散部からなる閉じた磁気回路を形成し、強収束用電磁石を構成する電磁石の巻線部が分割巻線構造であり、分割巻線部のそれぞれの電流が、真空容器の径方向の磁場分布を  $B = B_0 (r / r_0)^k$  (ここで、 $B_0$  は入射軌道上の磁場強度、 $r_0$  は入射軌道半径、 $k$  は磁場係数である。) となるように磁場係数  $k$  を変化させ、加速される電子ビームに関する零色収差形状と電子ビーム強度と電子ビームエネルギーとを制御し、電子ビーム輸送部の直前の真空容器内にX線を発生させる内部標的を配設し、加速された電子ビームとX線とを選択可能に取り出し、電子ビーム又はX線が走査される固定磁場型強収束電子加速器であることを特徴とする。この構成によれば、固定磁場型強収束電子加速器を用いるの

## 請求の範囲

## 1. (補正後) 真空容器と、

この真空容器内または真空容器外に配設される強収束電磁石と、

上記真空容器へ電子ビームを入射させる電子ビーム入射部と、

上記電子ビームを加速する加速装置と、

上記真空容器から加速された電子ビームを輸送する電子ビーム輸送部と、

を備えた固定磁場型強収束電子加速器であって、

上記強収束電磁石が集束電磁石及び該集束電磁石の両側に設けられた発散電磁石からなる閉じた磁気回路を形成するか、または、上記強収束電磁石が集束電磁石及び該集束電磁石の両側に設けられた発散部からなる閉じた磁気回路を形成し、

上記強収束用電磁石を構成する電磁石の巻線部が分割巻線構造であり、

該分割巻線部のそれぞれの電流が、上記真空容器の径方向の磁場分布を  $B = B_0 (r/r_0)^k$  (ここで、 $B_0$  は入射軌道上の磁場強度、 $r_0$  は入射軌道半径、 $k$  は磁場係数である。) となるように該磁場係数  $k$  を変化させ、上記加速される電子ビームに関する零色収差形状と電子ビーム強度と電子ビームエネルギーとを制御し、

上記電子ビーム輸送部の直前の真空容器内に、X線を発生させる内部標的を配設し、上記加速された電子ビームと上記X線とを選択可能に取り出せることを特徴とする、電子加速器。

2. (補正後) 前記電子ビーム入射部が、電子銃及び電子銃から発生された電子ビームの軌道を変えて前記真空容器へ入射させる電磁石を備え、前記強収束用電磁石の電子ビーム入射部の近傍に第2の電子ビーム軌道補正用電磁石を備え、前記電子ビーム輸送部が前記真空容器外へ電子ビームの軌道を変える電磁石又は収束レンズを備え、前記強収束用電磁石の電子ビーム出射部の近傍に第1の電子ビーム軌道補正用電磁石を備え、上記第1の電子ビーム軌道補正用電磁石と、上記第2の電子ビーム軌道補正用電磁石とにより前記電子ビームの軌道を調整す

ることを特徴とする、請求項1に記載の電子加速器。

3. (補正後) 前記電子ビーム輸送部を通過する電子ビーム又は前記X線が走査されることを特徴とする、請求項1に記載の電子加速器。

4. 前記加速装置が、高周波加速方式又は誘導加速方式であり、連続出力又はパルスの発振器を少なくとも備えていることを特徴とする、請求項1～3のいずれかに記載の電子加速器。

5. (補正後) 真空容器と、

この真空容器内または真空容器外に配設される強収束電磁石と、

上記真空容器へ電子ビームを入射させる電子ビーム入射部と、

上記電子ビームを加速する加速装置と、

上記真空容器から加速された電子ビームを輸送する電子ビーム輸送部と、

を備えた固定磁場型強収束電子加速器であって、

上記強収束電磁石が集束電磁石及び該集束電磁石の両側に設けられた発散電磁石からなる閉じた磁気回路を形成するか、または、上記強収束電磁石が集束電磁石及び該集束電磁石の両側に設けられた発散部からなる閉じた磁気回路を形成し

、  
上記強収束用電磁石を構成する電磁石の巻線部が分割巻線構造であり、

該分割巻線部のそれぞれの電流が、上記真空容器の径方向の磁場分布を  $B = B_0 (r/r_0)^k$  (ここで、 $B_0$  は入射軌道上の磁場強度、 $r_0$  は入射軌道半径、 $k$  は磁場係数である。) となるように該磁場係数  $k$  を変化させ、上記加速される電子ビームに関する零色収差形状と電子ビーム強度と電子ビームエネルギーとを制御し、

上記加速された電子ビーム輸送部の直前の真空容器内にX線を発生させる内部標的を配設し、上記加速された電子ビームと上記X線とを選択可能に取り出し、上記電子ビーム又は上記X線が走査されることを特徴とする、電子加速器。

## 6. (削除)

7. 前記電子ビーム又はX線が、少なくともピンホールスリットを含む走査部により走査されることを特徴とする、請求項5又は6に記載の電子加速器。

8. (補正後) 前記電子ビーム輸送部が、前記真空容器外へ電子ビームの軌道を変えるセプタム電磁石又は収束レンズを備え、前記強収束用電磁石の電子ビーム出射部の近傍に第1の電子ビーム軌道補正用電磁石が配設されていることを特徴とする、請求項5～7のいずれかに記載の電子加速器。

9. 前記第1の電子ビーム軌道補正用電磁石が、前記セプタム電磁石又は収束レンズに対して、電子ビーム位相空間において $\pi/2$ ラジアン遅れる位置に配設されていることを特徴とする、請求項8に記載の電子加速器。

10. 前記強収束用電磁石の電子ビーム入射部の近傍に、第2の電子ビーム軌道補正用電磁石が配置され、第2の電子ビーム軌道補正用電磁石が、前記第1

の電子ビーム軌道補正用電磁石とともに、電子ビームの軌道を調整することを特徴とする、請求項 5～8 のいずれかに記載の電子加速器。

11. 前記第 1 及び第 2 の電子ビーム軌道補正用電磁石が、電子ビーム位相空間において  $n\pi$  ラジアン（ここで  $n$  は、整数）の関係となる位置に配設されることを特徴とする、請求項 10 に記載の電子加速器。

12. （補正後）前記分割巻線部のそれぞれの電流が、各巻線部に並列に接続される抵抗、または、各巻線部に接続される電流源により駆動制御されることを特徴とする、請求項 5 に記載の電子加速器。

13. （補正後）真空容器と、  
この真空容器内または真空容器外に配設される強収束電磁石と、  
上記真空容器へ電子ビームを入射させる電子ビーム入射部と、  
上記電子ビームを加速する加速装置と、  
上記真空容器から加速された電子ビームを輸送する電子ビーム輸送部と、  
を備えた固定磁場型強収束電子加速器であって、  
上記強収束電磁石が集束電磁石及び該集束電磁石の両側に設けられた発散電磁石からなる閉じた磁気回路を形成するか、または、上記強収束電磁石が集束電磁石及び該集束電磁石の両側に設けられた発散部からなる閉じた磁気回路を形成し、  
上記強収束用電磁石を構成する電磁石の巻線部が分割巻線構造であり、  
該分割巻線部のそれぞれの電流が、上記真空容器の径方向の磁場分布を  $B = B_0 (r/r_0)^k$ （ここで、 $B_0$  は入射軌道上の磁場強度、 $r_0$  は入射軌道半径、 $k$  は磁場係数である。）となるように該磁場係数  $k$  を変化させ、上記加速される電子ビームに関する零色収差形状と電子ビーム強度と電子ビームエネルギーとを制御することを特徴とする、電子加速器。

14. 前記分割巻線部の各部の電流が、各巻線部に並列に接続される抵抗に

より制御されることを特徴とする、請求項1-3に記載の電子加速器。

15. 前記分割巻線部の各部の電流が、各巻線部に接続される電流源により

制御されることを特徴とする、請求項13に記載の電子加速器。

16. (補正後) 電子線又はX線を選択可能に発生させる電子加速器と、照射ヘッドと、支持部と、被治療者を載せる治療台と、から構成されている放射線治療装置であって、

上記電子加速器が、真空容器と、

この真空容器内または真空容器外に配設される強収束電磁石と、

上記真空容器へ電子ビームを入射させる電子ビーム入射部と、

上記電子ビームを加速する加速装置と、

上記真空容器から加速された電子ビームを輸送する電子ビーム輸送部と、

を備え、

上記強収束電磁石が集束電磁石及び該集束電磁石の両側に設けられた発散電磁石からなる閉じた磁気回路を形成するか、または、上記強収束電磁石が集束電磁石及び該集束電磁石の両側に設けられた発散部からなる閉じた磁気回路を形成し

、  
上記強収束用電磁石を構成する電磁石の巻線部が分割巻線構造であり、該分割巻線部のそれぞれの電流が、上記真空容器の径方向の磁場分布を  $B = B_0 (r / r_0)^k$  (ここで、 $B_0$  は入射軌道上の磁場強度、 $r_0$  は入射軌道半径、 $k$  は磁場係数である。) となるように該磁場係数  $k$  を変化させ、上記加速された電子ビームに関する零色収差形状と電子ビーム強度と電子ビームエネルギーとを制御し

、  
上記電子ビーム輸送部の直前の真空容器内にX線を発生させる内部標的を配設し、

上記加速された電子ビームと上記X線とを選択可能に取り出し、

上記電子ビーム又は上記X線が走査される固定磁場型強収束電子加速器であることを特徴とする、電子加速器を用いた放射線治療装置。

17. 電子線又はX線を選択可能に発生させる加速器と、照射ヘッドと、支持部と、被治療者を載せる治療台と、から構成されている放射線治療装置であつ

て、

上記電子加速器が、請求項1～15のいずれかに記載の電子加速器からなることとを特徴とする、電子加速器を用いた放射線治療装置。



## PCT

INTERNATIONAL PRELIMINARY REPORT ON PATENTABILITY  
(Chapter II of the Patent Cooperation Treaty)

(PCT Article 36 and Rule 70)

Applicant's or agent's file reference  PCT087JST	FOR FURTHER ACTION	See Form PCT/IPEA/416
International application No.  PCT/JP2003/013656	International filing date (day/month/year)  24 October 2003 (24.10.2003)	Priority date (day/month/year)  25 October 2002 (25.10.2002)
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC  H05H 13/08, A61N 5/10		
Applicant  JAPAN SCIENCE AND TECHNOLOGY AGENCY		

<p>1. This report is the international preliminary examination report, established by this International Preliminary Examining Authority under Article 35 and transmitted to the applicant according to Article 36.</p> <p>2. This REPORT consists of a total of <u>7</u> sheets, including this cover sheet.</p> <p>3. This report is also accompanied by ANNEXES, comprising:</p> <p>a. <input checked="" type="checkbox"/> (<i>sent to the applicant and to the International Bureau</i>) a total of <u>13</u> sheets, as follows:</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis of this report and/or sheets containing rectifications authorized by this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions).</p> <p><input type="checkbox"/> sheets which supersede earlier sheets, but which this Authority considers contain an amendment that goes beyond the disclosure in the international application as filed, as indicated in item 4 of Box No. I and the Supplemental Box.</p> <p>b. <input type="checkbox"/> (<i>sent to the International Bureau only</i>) a total of (indicate type and number of electronic carrier(s)) _____, containing a sequence listing and/or tables related thereto, in computer readable form only, as indicated in the Supplemental Box Relating to Sequence Listing (see Section 802 of the Administrative Instructions).</p> <p>4. This report contains indications relating to the following items:</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Box No. I Basis of the report</p> <p><input type="checkbox"/> Box No. II Priority</p> <p><input type="checkbox"/> Box No. III Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability</p> <p><input type="checkbox"/> Box No. IV Lack of unity of invention</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Box No. V Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement</p> <p><input type="checkbox"/> Box No. VI Certain documents cited</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Box No. VII Certain defects in the international application</p> <p><input type="checkbox"/> Box No. VIII Certain observations on the international application</p>
---

Date of submission of the demand  07 April 2004 (07.04.2004)	Date of completion of this report  07 December 2004 (07.12.2004)
Name and mailing address of the IPEA/JP	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

## INTERNATIONAL PRELIMINARY REPORT ON PATENTABILITY

International application No.

PCT/JP2003/013656

## Box No. I Basis of the report

1. With regard to the language, this report is based on the international application in the language in which it was filed, unless otherwise indicated under this item.

This report is based on translations from the original language into the following language \_\_\_\_\_, which is language of a translation furnished for the purpose of:

international search (under Rules 12.3 and 23.1(b))  
 publication of the international application (under Rule 12.4)  
 international preliminary examination (under Rules 55.2 and/or 55.3)

2. With regard to the elements of the international application, this report is based on (*replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to this report*):

The international application as originally filed/furnished

the description:

pages \_\_\_\_\_ 1-3, 7-20 \_\_\_\_\_, as originally filed/furnished  
 pages\* \_\_\_\_\_ 4-6/1 \_\_\_\_\_ received by this Authority on 23 July 2004 (23.07.2004)  
 pages\* \_\_\_\_\_ received by this Authority on \_\_\_\_\_

the claims:

pages \_\_\_\_\_ 4, 7, 9-11, 14, 15, 17 \_\_\_\_\_, as originally filed/furnished  
 pages\* \_\_\_\_\_, as amended (together with any statement) under Article 19  
 pages\* \_\_\_\_\_ received by this Authority on 23 July 2004 (23.07.2004)  
 pages\* \_\_\_\_\_ received by this Authority on \_\_\_\_\_

the drawings:

pages \_\_\_\_\_ 1-20 \_\_\_\_\_, as originally filed/furnished  
 pages\* \_\_\_\_\_ received by this Authority on \_\_\_\_\_  
 pages\* \_\_\_\_\_ received by this Authority on \_\_\_\_\_

a sequence listing and/or any related table(s) – see Supplemental Box Relating to Sequence Listing.

3.  The amendments have resulted in the cancellation of:

the description, pages \_\_\_\_\_  
 the claims, Nos. \_\_\_\_\_ 6 \_\_\_\_\_  
 the drawings, sheets/figs \_\_\_\_\_  
 the sequence listing (*specify*): \_\_\_\_\_  
 any table(s) related to sequence listing (*specify*): \_\_\_\_\_

4.  This report has been established as if (some of) the amendments annexed to this report and listed below had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).

the description, pages \_\_\_\_\_  
 the claims, Nos. \_\_\_\_\_  
 the drawings, sheets/figs \_\_\_\_\_  
 the sequence listing (*specify*): \_\_\_\_\_  
 any table(s) related to sequence listing (*specify*): \_\_\_\_\_

\* If item 4 applies, some or all of those sheets may be marked "superseded."

## INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.  
PCT/JP 03/13656

## V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement

## 1. Statement

Novelty (N)	Claims	1-5, 7-17	YES
	Claims		NO
Inventive step (IS)	Claims		YES
	Claims	1-5, 7-17	NO
Industrial applicability (IA)	Claims	1-5, 7-17	YES
	Claims		NO

## 2. Citations and explanations

Claims 1, 3-5, 7 and 13-17

Document 2 (Yuzuru NAKANO and KEN FFAG Group KEK, "150 MeV Fixed Field Alternating Gradient (FFAG) Accelerator," September 2002, Genshikaku Kenkyu, Vol. 47, No. 4, pp. 91-101) presents a fixed field type strong focusing accelerator with a closed magnetic circuit which comprises focusing electromagnets and dispersion electromagnets that are provided on both sides of said focusing electromagnets.

Document 3 (F. T. COLE, "Electron Model Fixed Field Alternating Gradient Accelerator," The Review of Scientific Instruments, Vol. 28, No. 6, June 1957) presents a fixed field type strong focusing electron accelerator.

Document 5 (JP 6-54917 A (NEC Corp.), 01 March 1994) discloses prior art technology which pertains to the positioning of an internal target for generating X-rays, and discloses an electron accelerator that is capable of selectively extracting the accelerated electron beam and the X-rays.

Document 7 (JP 7-320680 A (Nisshin High-Voltage Co., Ltd.), 08 December 1995) discloses a coil for electron beam scanning that is used in a electron beam irradiation device, wherein the secondary coil is segmented and the

power supply is controlled.

Document 11 (JP 2-201898 A (Mitsubishi Electric Corp.), 10 August 1990), document 12 (JP 8-148327 A (Hitachi, Ltd.), 07 June 1996) and document 13 (JP 2000-82599 A (Mitsubishi Electric Corp.), 21 March 2000) disclose electromagnets for accelerators, wherein the winding portions of the electromagnets have a partially wound structure.

In the light of document 3, it would be easy for a person skilled in the art to conceive of accelerating electrons by means of the fixed field type strong focusing accelerator that is disclosed in document 2; furthermore, it would be easy for a person skilled in the art to conceive of configuring the electron accelerator so that the internal target for generating X-rays is disposed immediately in front of the electron beam transport unit and so that it is possible to selectively extract the accelerated electron beam and the X-rays in the electron accelerator in the light of document 5.

In addition, it would be easy for a person skilled in the art to conceive of providing the electron accelerator with a configuration for scanning with an electron beam in the light of document 7; moreover, it would be easy for a person skilled in the art to conceive of configuring so that the winding parts of the electromagnets that constitute the strong focusing electromagnets in the fixed field type strong focusing electron accelerator have a partially wound structure in the light of documents 11-13. Therein, the distribution of the magnetic field that results from the control in question can be determined arbitrarily, as necessary.

In addition, a person skilled in the art could arbitrarily configure so that the acceleration device employs a high-frequency acceleration method or an inductive acceleration method, or so that a pinhole slit

is provided to the scanning unit, as necessary.

Consequently, the inventions that are set forth in claims 1, 3-5, 7 and 13-17 do not involve an inventive step in the light of documents 2, 3, 5, 7 and 11-13.

#### Claims 2 and 8-11

Document 8 (JP 2002-217000 A (Hitachi, Ltd.), 02 August 2002), document 9 (JP 2002-184600 A (Sumitomo Heavy Ind., Ltd.), 28 June 2002) and document 10 (JP 2002-141198 A (Sumitomo Heavy Ind., Ltd.), 17 May 2002) disclose electromagnets for correcting the trajectory of a beam in an accelerator that accelerates electron beams or the like.

In the light of documents 8-10, it would be easy for a person skilled in the art to conceive of configuring a fixed field type strong focusing electron accelerator so that electromagnets for correcting the trajectory of a beam are provided in the vicinity of the electron beam output unit and in the vicinity of the electron beam input unit; furthermore, a person skilled in the art could arbitrarily provide the electron beam input unit of the electron accelerator with an electron gun and electromagnets for changing the trajectory of the electron beam from the electron gun, as necessary.

In addition, a person skilled in the art could configure so that the electromagnets for correcting the trajectory of the beam are positioned at locations where the phase of the electromagnets for correcting the trajectory of the beam is delayed by [ $\pi/2$  radian] in relation to the phase of the septum electromagnets, and so that the electromagnets for correcting the trajectory of the beam that are positioned in the vicinity of the output unit and the electromagnets for correcting the trajectory of the beam that are positioned in the vicinity of the input unit exhibit a phase relationship of [ $nn$ ], as

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.  
PCT/JP 03/13656

appropriate.

Consequently, the inventions that are set forth in claims 2 and 8-11 do not involve an inventive step in the light of documents 2, 3, 5 and 7-13.

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.  
PCT/JP 03/13656

**VII. Certain defects in the international application**

The following defects in the form or contents of the international application have been noted:

The disclosures of claims 7, 8, 10 and 17 cite  
claim 6, which was deleted by the amendments.

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**